

明 細 書

表示装置

5

技術分野

本発明は、フレキシブルな表示媒体としての電子ペーパーである表示装置に関する。

10

背景技術

近年、ペーパーライクな情報伝達媒体として利用可能な表示装置である電子ペーパーが提案されている。日本特開 2 0 0 1 - 3 1 2 2 2 7 号公報に記載されている電子ペーパーは、第 1 図に示すように画像が表示されるシート状の表示部 2 0 0 と、当該表示部 2 0 0 が接着剤等で固着される硬い素材でできた芯部 3 0 0 とから構成されている。上記芯部 3 0 0 には、表示部 2 0 0 に電力を供給するための充電池や、画像データが記憶された記憶媒体や、ユーザが上記表示部 2 0 0 に表示する画像を選択するための十字キーや決定キー等が備えられている。

20 また上記表示部 2 0 0 は、紙と同じように折り曲げたり丸めたりすることができるように、プラスチックフィルム等の柔軟性のある素材が用いられている。この表示部 2 0 0 には、マトリクス状に発光素子が設けられ、当該発光素子の発光制御には、パッシブマトリクス方式やアクティブマトリクス方式が採用されている。パッシブマトリクス方式を採用した場合、発光素子間のクロストークが発生して表示される画質が悪くなるため、近年の発光制御には、アク

25

ティブマトリクス方式を採用する場合が多くなっている。

発明の開示

- 5 アクティブマトリクス方式を用いて発光制御する場合、各発光素子の発光のオン、オフを切り換えるスイッチング素子や、当該スイッチング素子を制御する駆動回路等を電子ペーパー 100 に実装する必要がある。

 ところで、スイッチング素子や駆動回路を実装するに当たり、少なくとも下記（１）～（３）の３条件を併せて満たしておくことが必要であると思われる。
10 る。

- （１）取り扱いを容易にするため、表示部が柔軟性を有すること
- （２）表示部に表示される画像が鮮明であること
- （３）表示される画像の切り替えがスムーズであること

 本発明は、上記の（１）～（３）を満たす表示装置（電子ペーパー）を提供
15 することを目的とする。

 以下、まず、本発明の経緯に触れ、ついで、その具体的な手段について説明する。

 本発明者らは、上記の（１）～（３）の各条件を満たすために、以下のよう
 な手順を辿って着想した。

- 20 つまり、上記（２）の条件を満たすには、（a）駆動回路自体の動作が安定していることが好ましく、且つ、（b）電圧降下またはノイズの発生を防ぐために、発光素子に対してスイッチング素子（可能であれば駆動回路も）を可能な限り近くに配置することが好ましい。

 すなわち、上記（a）に関し、駆動回路として、有機物の半導体に較べ、
25 安定性の点で優れる無機物の半導体を用いる。

また、上記（b）に関し、スイッチング素子として、無機物の半導体に較べ、実装の際に高温環境を必要としない有機物の半導体を用いる。このことにより、高温環境に向きづらい、柔軟性を有するシート状の表示部（上記（1）の条件）上に発光素子とスイッチング素子とを実装できるようになり、この結果、双方を極力近づけて配置できる。

纏めると、上記（2）の条件を満たすには、スイッチング素子として有機物の半導体材料を用い、一方、駆動回路として無機物の半導体材料を用いることが好ましい。

さらに、上記（3）の条件を満たすためには、駆動回路（特に、表示装置に入力された画像データをスイッチング素子を制御するデータに変換する回路）として、有機物の半導体に較べ、動作速度（動作周波数）の点で優れる無機物の半導体を用いることが好ましい。この点は、上記（2）の結果と整合している。

以上より、本発明は「有機物半導体のスイッチング素子を可撓性を持つシート状の表示部に配置し、無機物半導体の駆動回路を表示部よりも硬度が大である芯部に別々に配置する」との特徴を得るに到ったのである。

更に、上記表示部に実装された発光素子の発光制御にはアクティブマトリクス方式が採用されており、アクティブマトリクス方式におけるスイッチング部が上記表示部に実装される。

ここで、上記駆動回路は、データ設定部とデータ保持部の他上記スイッチング素子を駆動するに必要な回路を含む。上記データ設定部は、シリアルデータとして当該表示装置に入力された画像データを、上記マトリックス状に形成された各発光素子の発光を制御する各スイッチング部に出力するデータであるパラレルデータに変換し、各スイッチング部を制御するデータとして設定する回路を指す。

- この構成によれば、発光素子とスイッチング部が実装される表示部と、データ設定部が実装される駆動部とが分離されているため、上記表示部に配置される発光素子の特性及び数（画素数）並びに、スイッチング部を構成する素子の特性や、動画像又は静止画像等の表示部に表示する対象となる画像種別等に
- 5 応じて最適な特性を有する素子を表示部と駆動部とで、別々に選定して実装することができる。これにより、表示部に表示される画像が鮮明で、かつ、表示される画像の切り替えがスムーズである表示装置を実現することが可能となる。

また、上記表示装置は、上記表示部と、該表示部の一端側に位置し、上記駆動部が設けられる芯部とから構成される。

- 10 上記構成においてスイッチング部には、可撓性を有する有機物の半導体を用いられている。有機物の半導体を用いたスイッチング素子は、低温環境でもシート状の表示部に実装することができる。そのためプラスチックフィルム等の柔らかいシート上にスイッチング素子を実装することが可能となる。

- また、鮮明な画像を表示するため、駆動回路は、性能の高い、すなわち、
- 15 動作周波数の高い結晶型CMOS-IC（complementary Metal Oxide Semiconductor – integrated circuit）等で構成することが望ましい。本発明においては、結晶型CMOS-IC等の駆動回路を表示部となるシートのうち画像が表示されない端部に実装し、当該端部を芯部とする構成、或いは上記表示部とは別の素材である芯材に結晶型CMOS-IC等の駆動回路を実装し、
- 20 当該芯材を芯部として上記表示部を構成するシートの一端部に固着する構成を採用している。

- なお、表示部を構成するシートの端部に駆動回路を実装する場合、駆動回路が実装された部分の硬度が高くなり、柔軟性が低下する。そこで柔軟性の低下による電子ペーパーの取り扱い難くなることを防ぐために、駆動回路は表示部
- 25 を構成するシートの一端側にまとめて実装することが望ましい。

また同様に、表示部を構成するシートの端部に芯材が固着された場合は、表示部として、より柔軟性を有する素材を適用し易くなるという効果がある。

以上により、プラスチックフィルム等の柔らかい素材を用いたシートの発光制御にアクティブマトリクス方式を採用しつつ、動作安定性や動作速度が良い結晶型CMOS-ICを駆動回路として用いることができるので、柔軟なシート状の表示部に鮮明な画像を表示することができる。

また、駆動回路を芯材に実装すれば、上記表示部側のシート上に実装される部品点数を減らすことができるとともに、シート上から駆動回路を排除することができるので、柔らかい表示部を提供することができる。

10 なお、鮮明な動画像を表示する観点では、上記データ設定部の上記発光素子1素子あたりのデータ処理時間は、上記スイッチング部の上記発光素子1素子あたりの切り換え時間の1パーセント以下であることが好ましい。

ところで、上記構成の表示装置が、さらに、上記データ設定部に供給する電力を制御する制御部を有し、当該表示装置に一定時間以上データが入力されないとき、上記制御部が上記データ設定部への電力の供給を停止する構成を採用すれば、消費電力を低減し、特に、バッテリーにより当該表示装置を使用する場合には、使用可能時間を延ばすことができる。

20 図面の簡単な説明

第1図は、表示装置の概略図である。

第2図は、表示部の詳細を示した図である。

第3図は、芯部の内部を示した図である。

第4図は、表示部のA-A'断面図である。

25 第5図は、表示部のB-B'断面図である。

第 6 図は、表示部の C-C' 断面図である。

第 7 図は、表示部の一端側に駆動回路が実装された表示装置を示した図である。

第 8 図は、表示装置と本体の全体図である。

5 第 9 図は、表示装置の概略ブロック図である。

第 10 図は、表示装置の画素数及び表示フレームレートとデータ処理時間との関係を示す図である。

第 11 図は、動画表示時のアドレス期間及び点灯期間の概念図である。

第 12 図は、表示装置の変形例の概略ブロック図である。

10 第 13 図は、表示装置の変形例の表示部を詳細に示した図である。

第 14 図は、表示装置の電源制御処理を示すフローチャートである。

発明を実施するための最良の形態

15 本発明の表示装置 100（以下、電子ペーパー 100 という。）は、第 1 図に示すようにプラスチックフィルム等の柔軟性のあるシート状の表示部 200 と、表示部 200 よりも硬い素材でできた芯部 300 とから構成されている。

上記表示部 200 は、第 2 図に示すようにマトリクス状に発光素子 201 が配列され、画像を表示できるようになっている。一方上記芯部 300 は、第 20 3 図に示すように表示部 200 とは別の素材である芯材 310 にて構成されており、表示部 200 の一端側に固着されている。上記芯材 310 は、第 3 図に示すように上記表示部 200 に表示される画像データが記憶された記憶媒体 303 と、記憶媒体 303 に記憶された画像データを上記表示部 200 に表示するために上記発光素子 201 の発光を制御する駆動回路 301 が内蔵されている。

25

ここで、駆動回路 301 は、後に詳述するように、シリアルデータとして

当該電子ペーパー 100 に入力された画像データをパラレルデータに変換して各発光素子 201 の発光を制御する各スイッチング部 220 に出力するデータを設定する、例えば、シフトレジスタからなるデータ設定部 3011 と、このパラレルデータを一時的に保持し、スイッチング部 220 に出力するラッチ回路
5 からなるデータ保持部 3012 とで構成されている。

本実施の形態では、駆動回路 301 を結晶型 CMOS-IC で構成している場合について説明するが、駆動回路 301 を構成するトランジスタ等の種類は結晶型 CMOS-IC に限定されるものではない。

さらに上記芯材 310 の表面 310a には、表示部 200 に画像を表示させる表示命令、画像の表示を終了させる終了命令、後述の表示モードの選択等をユーザが入力するための操作キー 304 等が設けられている。この操作キー 304 からユーザの表示命令が入力されると、上記記憶媒体 303 に記憶された画像データを表示するために、上記駆動回路 301 から各発光素子 201 のオン、オフの制御に必要な信号が送出される。この信号が発光素子 201 のオン、オフを切り換える上記表示部 200 に実装されたスイッチング部 220 に
10 送出されるようにするために、上記信号を伝送するデータ線 211 やゲート線 212 が、上記駆動回路 301 から表示部 200 が固着される部分まで導出されている。

さらに、上記芯材 310 には、上記駆動回路 301 を機能させ、上記発光素子 201 に電力を供給する充電電池 302 等の電源供給手段が備えられている。
20 この充電電池 302 から電力を発光素子 201 に供給するための電源供給線 213 が、充電電池 302 から表示部 200 が固着される部分まで導出されている。上記芯部 300 の表面には、外部から充電電池 302 に充電用の電力を供給するためのコネクタ 305 が備えられている。

25 上記充電電池 302 を充電する場合は、上記コネクタ 305 とコンセントを

電線で接続して行う。もちろん充電の方式は、これに限られるものでなく、例えば芯部 300 を据置型の充電器に差込み、当該充電器に備えられたプラグをコンセントに差し込むことによって行ってもよい。また、充電電池 302 への充電方法としては、シート状のバッテリーを利用した充電、または太陽電池を利用した外部からの光による充電も可能である。

一方、上記表示部 200 の最下層は、第 2 図の A-A' 断面図である第 4 図、B-B' 断面図である第 5 図、C-C' 断面図である第 6 図に示すように、プラスチックフィルム等の柔軟性のある透明な素材できた透明シート 210 で構成されている。上記透明シート 210 の上には、発光素子 201 の発光のオン、オフを切り換えるスイッチング部 220 がマトリクス状に形成され、スイッチング部 220 の上に上述した発光素子 201 が形成されている。

本実施の形態においては、上記スイッチング部 220 は、発光素子 201 への電力供給のオン、オフの切り替えを行う駆動用 TFT (Thin Film transistor) 222 と、上記駆動回路 301 から指示された発光素子 201 のみに電力が供給されるように上記駆動用 TFT 222 を制御するスイッチング用 TFT 223 等から構成されている。

スイッチング部 220 は、以下のようにして複数個同時に上記透明シート 210 上に形成される。

まず、上記透明シート 210 には、第 2 図及び第 4 図から第 6 図に示すように、上記芯部 300 に設けられた駆動回路 301 からのデータ信号を各スイッチング用 TFT 223 に転送するためのデータ線 212 と、各駆動用 TFT 222 に電力を供給するための電源供給線 213 が印刷等にて形成される。

続いて、上記駆動用 TFT 222 のソース 222S を上記電源供給線 213 と接続するように形成し、上記スイッチング用 TFT 223 のソース 223S を上記データ線 211 と接続するように形成する。そして、上記駆動用 TFT

T 2 2 2 とスイッチング用 T F T 2 2 3 のそれぞれのソース 2 2 2 S、2 2 3 S と対向した位置にドレイン 2 2 2 D、2 2 3 D を形成する。

次に上記駆動用 T F T 2 2 2 と上記スイッチング用 T F T 2 2 3 のソース・ドレイン間に有機半導体 2 2 4 を塗布する。各スイッチング部 2 2 0 に有機半導体 2 2 4 を塗布すると、上記透明シート 2 1 0 の上面全体にゲート絶縁体 2 2 5 を塗布する。

ゲート絶縁体 2 2 5 を塗布すると、上記スイッチング用 T F T 2 2 3 のドレイン 2 2 3 D に流れるデータ信号が上記駆動用 T F T 2 2 2 のゲート信号として駆動用 T F T 2 2 2 のゲート 2 2 2 G に入力されるように、ドレイン 2 2 3 D とゲート 2 2 2 G とを接続するスイッチング信号線 2 1 4 を形成する。

スイッチング信号線 2 1 4 を形成するために、まず、上記ゲート絶縁体 2 2 5 の上面からスルーホール 2 2 9 を開けて上記スイッチング用 T F T 2 2 3 のドレイン 2 2 3 D の一部を露出させる。そして、上記ドレイン 2 2 3 D から上記スルーホール 2 2 9 を通して上記駆動用 T F T 2 2 2 のゲート・ドレイン間の真上に当たる上記ゲート絶縁体 2 2 5 の上面までスイッチング信号線 2 1 4 を形成する。

上記スイッチング信号線 2 1 4 の上記駆動用 T F T 側の端部は、上記駆動用 T F T 2 2 2 のソース・ドレイン間の上方に位置するために、当該駆動用 T F T 2 2 2 のゲート 2 2 2 G として機能する。

スイッチング信号線 2 1 4 を形成すると、上記駆動回路 3 0 1 から芯部 3 0 0 に形成されたゲート線 2 1 1 を介して送出されるゲート信号を、上記スイッチング用 T F T 2 2 3 に送出するためのゲート線 2 1 1 を上記ゲート絶縁体 2 2 5 上に形成する。そして、各スイッチング用 T F T 2 2 3 のゲート 2 2 3 G を上記ゲート線 2 1 1 と接続するように形成する。

上記ゲート線 2 1 1 が形成されると、上記ゲート絶縁層 2 2 5 の上面全体

を絶縁体 2 2 6 で覆う。

上記絶縁体 2 2 6 の上面には、下記のようにして発光素子 2 0 1 が設けられるため、上記駆動用 T F T 2 2 2 のソース 2 2 2 S からドレイン 2 2 2 D に流れた電力が、上記絶縁体 2 2 6 の上面に送出するようにしなければならない。

- 5 そこで、上記絶縁層 2 2 6 の上面からスルーホール 2 3 0 を開けて、上記ドレイン 2 2 2 D を露出させる。そして、当該スルーホール 2 3 0 にドレイン 2 2 2 D と発光素子 2 0 1 を接続する配線 2 2 7 を形成する。

上記配線 2 2 7 が形成されると、上記スイッチング部 2 2 0 が完成となる。

- 10 上記スイッチング部 2 2 0 が完成すると、各スイッチング部 2 2 0 の上面に発光素子 2 0 1 が以下のように形成される。

なお、本実施の形態においては、発光素子として有機 E L を用いた場合について説明する。

- 各スイッチング部 2 2 0 の上面に陽極 2 3 1 となる I T O (Indium-Tin-Oxide) を塗布して陽極 2 3 1 を形成する。なお、上記駆動回路 3 0 1 が、各
15 発光素子 2 0 1 の発光のオン、オフを独立して制御できるように各画素に対応する I T O を塗布する際には、各スイッチング部 2 2 0 の上面に設けられた各画素の I T O が相互に接触しないように塗布する。

- 次に、複数のスイッチング部 2 2 0 の上面に形成された陽極 2 3 1 の上面に、正孔輸送材を塗布して正孔輸送層 2 3 2 を形成する。さらに正孔輸送層 2
20 3 2 の上面に発光材 2 3 3 を塗布して発光層 2 3 3 を形成する。

- 上記発光層 2 3 3 が形成されると、上記発光層 2 3 3 の上面に電子輸送材を塗布して電子輸送層 2 3 4 を形成し、電子輸送層 2 3 4 の上面全面に各発光素子 2 0 1 に共通の陰極 2 3 5 となる金属等の材料が塗布される。さらに、表示部 2 0 0 が芯材 3 1 0 に固着された際に、陰極 2 3 5 と上記芯材 3 1 0 に形
25 成された電力供給線 2 1 3 とが接続されるように、図示しない陰極用の電力供

給線を形成する。これにより陽極 2 3 1 と陰極 2 3 5 に電圧が印加されると、陽極 2 3 1 と陰極 2 3 5 に挟まれた位置の発光層 2 3 3 が発光する。

上記陰極 2 3 5 の上面には、上記発光層 2 3 3 を保護するために、絶縁体 2 3 6 が塗布される。上記絶縁体 2 3 6 が塗布されると、各スイッチング部 2 2 0 の上面に、上記発光素子 2 0 1 が完成されるとともに、上記表示部 2 0 0 が完成する。

そして、上記のように形成された表示部 2 0 0 と第 3 図に示すような芯材 3 1 0 とに設けられた上記ゲート線 2 1 1、上記データ線 2 1 2、上記電源供給線 2 1 3 が電氣的に接続されるように上記表示部 2 0 0 を上記芯材 3 1 0 に導電性接着剤等で固着する。これにより電子ペーパー 1 0 0 が完成する。

なお、上記においては、上記駆動回路 3 0 1 を表示部 2 0 0 とは別の物体の芯材 3 1 0 に実装した場合に説明した。このように表示部 2 0 0 と別の物体である芯材 3 1 0 に駆動回路 3 0 1 を実装する理由は、表示部上に直接、駆動回路を実装する場合に比べ、表示部の柔軟性をより良好に維持しやすいと考えられるためである。

従って、もし表示部 2 0 0 の柔軟性が著しく低下しなければ、表示部 2 0 0 に駆動回路 3 0 1 を実装しても構わない。例えば、第 7 図に示すように画像が表示されない表示部 2 0 0 の一端側 2 0 0 a に駆動回路 3 0 1 を実装して、当該一端側 2 0 0 a を芯部 3 0 0 とするようによい。

なお、表示部 2 0 0 の一端側 2 0 0 a に駆動回路 3 0 1 を実装すると、一端側 2 0 0 a の硬度が高くなるが、上述のように芯材 3 1 0 を表示部 2 0 0 に固着された場合も芯材 3 1 0 が固着される一端側 2 0 0 a の硬度は高くなるので、表示部 2 0 0 の一端側 2 0 0 a で芯部 3 0 0 を構成しても取り扱いが悪くなるということはない。

このように表示部 2 0 0 の一端側を芯部 3 0 0 として構成する場合、表示

部 2 0 0 の一端側に上記ゲート線 2 1 1、上記データ線 2 1 2、上記電源供給線 2 1 3 を導出し、これに結晶型 CMOS-IC 等の駆動回路 3 0 1 をフェイスタウン等で直接接続されるようにフリップチップ実装する。これによって、表示部 2 0 0 の一端側が芯部 3 0 0 となる。

- 5 ここで、動画像の表示性能の観点から、スイッチング部 2 2 0 と駆動回路 3 0 1 のデータ設定部 3 0 1 1 に要求される特性を、第 9 図～第 1 1 図に基づいて説明する。

- 第 9 図は、第 1 図～第 6 図に示す電子ペーパーの概略ブロック図である。また、第 9 図において、第 3 図の電力供給線 2 1 3 は、データ設定部 3 0 1 1 に
10 電力を供給するデータ設定部用供給線 2 1 3 1 とスイッチング部用供給線 2 3 1 2 に分割して記載し、充電電池 3 0 2 は、データ設定部 3 0 1 1 とスイッチング部 2 2 0 とに供給する電力のそれぞれを制御する制御部 3 0 2 1 と電源部 3 0 2 2 に分割して記載している。さらに、駆動回路 3 0 1 は、前述のスイッチング部 2 2 0 を制御するデータを設定するデータ設定部 3 0 1 1、及びデータ
15 設定部 3 0 1 1 が設定したデータを一時的に保持するデータ保持部 3 0 1 2 として記載している。

- さて、上述したように、表示部 2 0 0 の柔軟性を確保するために、スイッチング部 2 2 0 は、有機 TFT 等を実装することが好ましい。また、データ設定部 3 0 1 1 は、スイッチング部 2 2 0 と接続する配線による電圧降下やノイズの発生を防ぐため、可能であれば表示部 2 0 0 上に実装することが好ましい。
20

- しかし、データ設定部 3 0 1 1 は、上述のように、シリアルデータである画像データを受け取りパラレルデータに変換する。このため、データ設定部 3 0 1 1 のデータ処理時間は、シリアルデータからパラレルデータに変換したデータ量、すなわち、シフトレジスタでデータ処理（データシフト）した回数が
25 多くなる程大きくなる。

このため、有機TFTで構成されたスイッチング部220と同様の特性を有する素子でデータ設定部3011を構成すると、データ設定部3011のデータ処理時間が、スイッチング部220の切り換え時間に比べて著しく大きくなり、画像切り替えの速度は、データ設定部3011のデータ処理時間により
5 制限されることになる。

そこで、本発明では、上記画像切り替え速度の制限を避けるために、データ設定部3011を構成する素子とスイッチング部220を構成する素子とで異なる特性を有する素子を採用し、データ設定部3011とスイッチング部220とを表示部200と、駆動部600とに分離して実装している。ここで、
10 素子の特性とは、主に動作周波数とその素子を構成する材料の力学的な柔軟性を指す。

このように構成された電子ペーパーの画素数、フレームレート、データ設定部3011でのシフト数と、スイッチング部220の発光素子1素子あたりの切り換え時間とデータ設定部3011の発光素子1素子あたりのデータ処理時間及び走査線1ラインあたりの合計処理時間との関係について第10図、第11図を用いて説明する。
15

第11図は、64階調表現時の1フレーム期間501中のアドレス期間502と発光素子201の点灯期間503とを示す概念図である。ここで、アドレス期間502とは、データ設定部3011及びデータ保持部3012が行うデータ処理とスイッチング部220が行う切り換え処理を行う期間である。
20

第11図に示すように1フレーム期間501は、6つのサブフレーム（以下、サブフレームの略称としてSFを使用する。）からなる。これら6つのサブフレームの各点灯期間503の時間比は、SF1を1としたときに、SF2が2、SF3が4、SF4が8、SF5が16、SF6が32となっており、

S F 1 から S F 6 の 6 ビットの点灯期間 5 0 3 を制御することで 6 4 階調の表示を実現している。

- 各サブフレームは、上記アドレス期間 5 0 2 と点灯期間 5 0 3 とからなる。
- 1 サブフレームのアドレス期間 5 0 2 内では、表示画素数を $m \times n$ 画素 ($m > n$) としたとき、 m をシフトレジスタ長 L で割った数 N 回 ($N = m / L$) のデータ設定処理（シリアルデータからパラレルデータへの変換動作）とラッチ（データ保持部 3 0 1 2 でのデータ保持動作）とを繰り返し、ラッチしたデータに基づいてスイッチング部 2 2 0 の制御を行う。

- ここで、画素数 1280×576 、水平走査周波数 90 kHz 、とすれば、
- 10 最大垂直走査周波数は、 $90 \text{ kHz} / 576 = 156.25 \text{ Hz}$ となる。この最大垂直走査周波数よりも高いフレームレートでの動画像の表示はできないので、ここではフレームレート 70 fps （1 フレーム期間 14.28 ms ）とする。ここで、点灯期間 5 0 3 が 1 フレーム期間 5 0 1 の 65% であるとする
- と、点灯期間 5 0 3 は $14.28 \text{ ms} \times 65\% \approx 9.28 \text{ ms}$ となる。

- 15 逆に、データ設定部 3 0 1 1 のデータ処理及びスイッチング部 2 2 0 の切り換え処理は、1 フレーム期間 5 0 1 から上記点灯期間 5 0 3 を引いた残りの期間で完了しなければならない。したがって、データ設定部 3 0 1 1 とスイッチング部 2 2 0 とが行う上記処理に要する時間は、 $14.28 \text{ ms} - 9.28 \text{ ms} = 5 \text{ ms}$ よりも十分に小さくなければならない。ここでは、後述の理由に
- 20 よりラッチに要する処理時間を無視している。

さらに、高精細な画像を出力するために、上述の 6 4 階調表示を考慮すると、1 フレームは 6 つのサブフレームを有するので、1 サブフレームあたりのアドレス期間 5 0 2 の処理時間は、 $5 \text{ ms} / 6 = 833.3 \mu\text{s}$ 以下である必要がある。

上述のように、アドレス期間 502 は、データ処理と切り換え処理からなるので、有機 TFT からなるスイッチング部 220 の切り換え時間を $22\ \mu\text{s}$ （動作周波数 45 kHz）とすれば、データ処理時間の上限は、 $833.3\ \mu\text{s} - 22\ \mu\text{s} = 811.3\ \mu\text{s}$ となる。

- 5 また、シフトレジスタ長が 16 bits である場合、水平走査線の 1 ラインのデータ数は画素数である 1280 bits であるので、1 ラインあたりのシフト回数は、 $1280 / 16 = 80$ 回となる。このため、1 シフトあたりのデータ設定処理は、 $811.3\ \mu\text{s} / 80 \text{ 回} = 10.14\ \mu\text{s}$ 以内に完了しなければならず、シフトレジスタ長が 16 bits であるので、シフトレジスタ
- 10 1 段あたりの処理（発光素子 1 素子あたりの処理）は、 $10.14\ \mu\text{s} / 16 \text{ bits} = 0.634\ \mu\text{s}$ 以内に完了しなければならない。

- 以上より、データ設定部 3011 を構成する素子の動作周波数は、1.578 MHz 以上である必要があることが理解できる（第 10 図、番号 1）。しかし、実際に画像表示を行うためには、データ設定部 3011 やスイッチング
- 15 部 220 を構成する各素子の特性のバラツキを無視できるようにするため、データ設定部 3011 のデータ処理時間に余裕を持たせ、動作周波数が 1 桁以上高い素子を選定することが好ましい。このため、この例の場合は、処理時間 0.0634 μs 以下、すなわち、動作周波数 15.78 MHz 以上の特性を有する素子を選定すれば良い。

- 20 このような 15.78 MHz 以上の動作周波数を有するデータ設定部 3011 の素子としては、例えば、上述の結晶型 CMOS（動作周波数 20 MHz）がある。

なお、上記説明において、データ保持部 3012 が行うラッチに要する処理時間を無視したが、このラッチ処理に要する時間は、データ設定部 3011

が出力したデータの受信及び保持の動作時間であるため、上述のデータ処理時間に設けた余裕の時間内に処理することが可能である。

また、第10図には、表示部の画素数が異なる場合に、上記と同様の手順により算出した結果を合わせて示している。

- 5 例えば、第10図の番号2に示すように、第10図の番号1と同一のフレームレートであっても、画素数が多くなる（ 3840×1024 ）と、データ設定部3011の動作周波数が47.4 MHzと高いものが必要となる。また、第10図の番号3に示すように、フレームレートを50 fpsに低下させた場合には、データ設定部3011に要求される動作周波数は33.56 MHzとなり、画素数が同一となる第10図の番号2よりも動作周波数が低いものを用いても十分に良好な表示を行うことができる。
- 10

一方、第10図の番号4に示すように、フレームレート70 fpsで、画素数が少なくなる（ 320×240 ）と、データ設定部3011の動作周波数は3.95 MHz以上と、低い動作周波数でも良好な表示を行うことができる。

- 15 また、第10図の番号2及び7に示すような、HD (high definition) 画像相当の画素数に対応するような場合であっても、スイッチング部220の動作周波数を、例えば100 kHzに向上させることが可能となれば、データ設定部3011として、第10図の番号5及び10に示すように、動作周波数15.55 MHz以上の素子を選定することで、良好な表示を行うことができる。
- 20

- 以上説明したように、動画像を良好に表示するためのデータ設定部3011を構成する素子の特性は、画素数やフレームレート等に依存して変化することが理解できる。しかしながら、第10図の番号1から4に示すいずれの場合であっても、データ設定部3011の発光素子1素子あたりのデータ処理時間
- 25 をTdr、スイッチング部220の発光素子1素子あたりの切り換え時間をT

s wとすると、データ処理時間T d rは、切り換え時間T s wより非常に小さい ($T d r \ll T s w$) ことが好ましいことが理解できる。

また、第10図の番号6から9に示すように、シフトレジスタ長を32 b i t sにした場合でも、データ処理時間T d rは変わらないことが理解できる。

- 5 したがって、上記の第10図の番号1から4の場合と同様に、データ処理時間T d rは切り換え時間T s wより非常に小さいことが好ましい。

ここで、第10図において、データ処理時間T d rと切り換え時間T s wの関係を、データ処理時間T d rが最大である番号4について計算すると、データ処理時間T d r / 切り換え時間T s w = $0.253 \mu s / 22 \mu s = 0.$

- 10 0115となる。したがって、動画像の表示性能の観点では、データ処理時間T d rを切り換え時間T s wの1%以下とすることが好ましい。

- 以上説明したように、表示装置を、データ設定部3301を含む駆動回路301が実装される駆動部600とスイッチング部220が実装される表示部200に分離する構成することで、データ設定部3011の発光素子1素子当
15 たりのデータ処理時間が、スイッチング部220の切り替え時間より非常に小さくなるようにデータ設定部3011の素子を選定することが可能となり、最適な画像切り替え速度による画像の出力を実現することができる。

- また、上記説明では、データ保持部3012が、データ設定部3011が
実装されている駆動部600に実装された構成について説明した。しかしなが
20 ら、データ保持部3012は、第12図と第13図に示すように、スイッチング部220を構成する上記スイッチング用T F T 223のゲート端子223Gに接続する構成として、表示部200に実装しても良い。なお、第12図において、データ保持部3012を除く部分は第9図に示す構成と同一であり、第13図において、データ保持部3012を除く部分は第4図に示す構成と同一
25 である。

次に、上述の第1図から第6図に示す電子ペーパー100の動作について説明する。

上述のようにして形成された電子ペーパー100の芯部300に設けられた操作キー304の1つである電源キーがユーザにて押下されると、充電電池302から上記駆動回路301と、上記電源供給線213を介して各駆動用TFT222のソース222Sと陰極235に電力が供給される。

上記駆動回路301は、電力が供給されると、上記記憶媒体302に記憶された画像データを取得し、当該画像データに基づいて上記ゲート信号とデータ信号を上記ゲート線211、データ線212を介して送出する。

上記スイッチング用TFT223においては、ゲート信号がゲート223Gに入力されている間に、ソース223Sにデータ信号が入力された場合、当該データ信号がゲート223Gからドレイン223Dに送出される。ドレイン223Dに送出されたデータ信号は、上記スイッチング信号線214を介して上記駆動用TFT222のゲート222Gに入力される。

ゲート222Gにデータ信号が入力されると、上記ソース222Sに供給されている電力がドレイン222Dに流れ、配線227を介して陽極231に流れる。

これにより発光素子201の陽極231に電力が供給され、当該発光素子201が発光する。このようにして、発光素子201の発光のオン、オフが制御される。

発光素子201から発せられた光は、第4図～第6図に示すようにスイッチング220と透明シート210を通して表示部200の外部に出射する。

上記電子ペーパー100の芯部300に、第8図に示すように複数の電子ペーパー100を装着できる本体400と物理的にも電氣的にも着脱可能にするための端子320を設けて、電子ペーパー100をルーズリーフの紙片のように用

いても良い。この構成においては、本体 4 0 0 と電子ペーパー 1 0 0 が電氣的に接続されるので、芯部 3 0 0 に設けられた充電電池 3 0 2、記憶媒体 3 0 3、操作部 3 0 4 等を本体 4 0 0 に設けてもよい。

続いて、上記電子ペーパー 1 0 0 において、画像データを表示部 2 0 0 に表示する処理について、第 1 4 図に基づいて説明する。また、以下の説明において、上記電子ペーパー 1 0 0 は、画像データを動画像として表示する動画モードと、静止画像として表示する静止画モードとの 2 つのモードを有している。

まず、ユーザは、電子ペーパー 1 0 0 に表示を行わせるために、第 3 図に示す操作キー 3 0 4 を操作して、当該電子ペーパー 1 0 0 の主電源を投入する（第 1 4 図、S 1）。この操作により、画像データを表示するために必要な全ての回路、すなわち、第 9 図に示すデータ設定部 3 0 1 1、データ保持部 3 0 1 2、スイッチング部 2 2 0、及び、発光素子 2 0 1 に電力が供給される。

次に、ユーザは操作キー 3 0 4 を操作して、当該電子ペーパー 1 0 0 を上述の動画モード、又は、静止画モードのうちどちらのモードで動作させるかの選択を行う（第 1 4 図、S 2）。

ここで、ユーザが動画モードを選択した場合（第 1 4 図、S 3 モード 1）、制御部 3 0 2 1 は、データ設定部 3 0 1 1 に入力されるシリアルデータの有無を確認する（第 1 4 図、S 4 1）。このシリアルデータの有無の確認は、例えば、制御部 3 0 2 1 が、データ設定部 3 0 1 1 に入力されているシリアルデータ自体をモニタすることにより、容易に行うことができる。

上記シリアルデータの有無の確認において、シリアルデータが無い場合（第 1 4 図、S 5 1 N o）、制御部 3 0 2 1 は、例えば、充電電池 3 0 2 からデータ設定部 3 0 1 1 に電力を供給する経路に配置したスイッチ等を遮断することにより、データ設定部 3 0 1 1 への電力の供給を停止する（第 1 4 図、S 1 1 1）。なお、シリアルデータ無しの判定は、上記制御部 3 0 2 1 が予め設定

された所定時間にわたってデータ設定部 3 0 1 1 に入力されるシリアルデータをモニタする構成とし、当該所定時間内にシリアルデータが検出できなかった場合に、シリアルデータ無しと判定する構成としても良い。

5 上述のように、制御部 3 0 2 1 が、データ設定部 3 0 1 1 への電力の供給を停止すると、制御部 3 0 2 1 は、再び、シリアルデータの有無を確認とシリアルデータの有無の判定を行う（第 1 4 図、S 4 1 → S 5 1）。従って、シリアルデータが入力されていない状況下では、データ設定部 3 0 1 1 への電力の供給停止が継続される。

10 一方、シリアルデータの有無の判定において、シリアルデータ有りと判定された場合（（第 1 4 図、S 5 1 Y e s））、制御部 3 0 2 1 は、データ設定部 3 0 1 1 へ電力を供給する状態、すなわち、既にデータ設定部 3 0 1 1 に電力が供給されている場合は電力の供給を継続させ、データ設定部 3 0 1 1 への電力の供給が停止されている場合は電力の供給を開始させる（第 1 4 図、S 6 1）。

15 このとき、データ設定部 3 0 1 1 は、シリアルデータを受け取ってシリアルデータからパラレルデータへの変換（データ設定処理）を実行し（第 1 4 図、S 7 1）、当該パラレルデータをデータ保持部 3 0 1 2 であるラッチ回路に出力する（第 1 4 図、S 8 1）。

20 データ保持部 3 0 1 2 は、上記パラレルデータが入力されると、データ設定部 3 0 1 1 から新たなデータが入力されるまで当該データを保持する。そして、スイッチング部 2 2 0 は、データ保持部 3 0 1 2 が保持しているデータに基づいて、発光素子 2 0 1 に流れる電流を制御することにより発光素子 2 0 1 の発光を制御する。

25 また、データ設定部 3 0 1 1 がデータ保持部 3 0 1 2 へのパラレルデータの出力を完了すると、制御部 3 0 2 1 はユーザが操作キー 3 0 4 により画像デ

ータの表示終了を選択したか否か、すなわち、画像データの表示終了指示の有無を判定し（第14図、S101）、当該終了指示がない場合には、シリアルデータの有無を確認するステップに戻り、以降の処理を行う（第14図、S101No）。

- 5 なお、ユーザにより画像データの表示終了が選択されて、制御部が画像表示の終了指示有りとは判定した場合には、画像データの表示処理を終了する（第14図、S101Yes）。

このように、本発明によれば、シリアルデータが入力されていないときに、データ設定部3011への電力の供給を停止する構成であるので、電子ペーパ
10 100の消費電力を低減することができる。特に、電子ペーパ100をモバイル環境等でバッテリーにより駆動する場合は、電子ペーパ100の使用可能時間を延ばすことができる。

続いて、ユーザが静止画モードを選択した場合の動作について説明する。

- モードの判定において、制御部3021が、静止画モードが選択されていると判定すると（第14図、S3 モード2）、上述の動画モードの場合と同様に、シリアルデータの有無の確認を行う（第14図、S42）。

このとき、制御部3021がシリアルデータ無しと判定した場合の処理（第14図、S52No→S112→S42）、及び、シリアルデータ有りとは判定した場合に、データ設定部3011がデータ保持部3012にパラレルデータを出力するまでの処理は、上述の動画モードで説明した処理と同一である
20 のでここでの説明は省略する（第14図、S52Yes→S82）。

データ設定部3011がデータ保持部3012へのパラレルデータの出力を完了すると、静止画モードでは動画モードと異なり、制御部3021がデータ設定部3011への電力の供給を停止する（第14図、S92）。

- 25 そして、制御部3021は画像データの表示終了指示の有無を判定し、当

該終了指示がない場合には、シリアルデータの有無を確認するステップに戻り以降の処理を行い（第14図、S102No）、終了指示がある場合には、処理を終了する（第14図、S102Yes）。

- 以上説明したように、本発明では、静止画モードが選択された場合には、
- 5 データ設定部3011がデータ保持部3012へのパラレルデータの出力を完了したときに、データ設定部3011への電力の供給を停止する。従って、動画モードの場合と同様に、消費電力を削減すると共に、バッテリー駆動時の電子ペーパーの使用可能時間を延ばすという効果を奏することができる。

- また、第9図に示すように、上記電子ペーパー100において、電氣的に書
- 10 換可能であり、電力が供給されていない状態でもデータを保持することができるフラッシュメモリ等の記憶部306を備える構成とし、最後に表示した画像データ、すなわち、表示終了指示有りと判定されたときに、上記データ保持部3012が保持しているデータを当該記憶部306に格納する構成としても良い。

- 15 このようにすれば、例えば、ユーザがモバイル環境等で画像データを閲覧しているときに主電源を切ったとしても、主電源を再度投入したときに、上記記憶部306に格納されているデータをデータ保持部3012に設定することで、電源を切る前の状態から閲覧を再開できるため利便性を高めることができる。

- 20 また、上記記憶部306に最終に表示した画像データを記憶させるか否かを選択可能とすれば、ユーザが主電源投入時に表示部を選択的に無表示にすることができる。

本発明は、シート状の表示部に鮮明な画像を表示することができ、また、柔軟性を有するシート状の表示部を提供できるという効果を有し、電子ペーパー等の表示装置として有用である。

請求の範囲

1. 複数の発光素子と、
上記複数の発光素子のそれぞれのオン、オフ状態を切り換えるスイッチング
5 部と、
上記スイッチング部を駆動する駆動回路と、
上記発光素子と上記スイッチング部とが実装される表示部と、
上記駆動回路が実装される上記表示部の一端側に位置する駆動部と、
を備えたことを特徴とする表示装置。
10
2. 上記表示部がシート状であり、上記駆動部が、上記表示部の一端側に位置し、上記表示部よりも硬度が大である芯部に形成された請求の範囲 1 に記載の表示装置。
- 15 3. 上記駆動部が上記表示部の一端側に形成され、該一端側が上記駆動部の形成によって硬化して芯部となる請求の範囲 2 に記載の表示装置。
4. 予め上記駆動部が形成された芯材が、上記芯部として上記表示部の一端側に固着された請求の範囲 2 に記載の表示装置。
20
5. 上記表示部の一端側に上記芯部としての芯材が固着された状態で上記駆動部が形成された請求の範囲 2 に記載の表示装置。
6. 上記スイッチング部に、有機 T F T (Thin Film transistor) が用いら
25 れた請求の範囲 2 に記載の表示装置。

7. 上記駆動回路に、結晶型CMOS-IC (complementary Metal Oxide Semiconductor – integrated circuit) が用いられた請求の範囲2から6のいずれかに記載の表示装置。

5

8. 上記芯部に、上記発光素子への電力を供給する電源供給手段が備えられた請求の範囲2から5のいずれかに記載の表示装置。

9. 上記電源供給手段は、充電池から構成された請求の範囲8に記載の表示装置。

10

10. 上記電源供給手段としての充電池に対して、太陽電池またはシート状バッテリーにより充電を行うように構成された請求の範囲9に記載の表示装置。

11. 上記芯部に、上記電源供給手段に外部からの電力を供給するためのコネクタが備えられた請求の範囲8に記載の表示装置。

15

12. 上記駆動回路が上記スイッチング素子を制御するデータを設定するデータ設定部を含む請求項1に記載の表示装置。

20

13. 上記スイッチング部の素子の特性と、上記データ設定部の素子の特性とが異なる請求の範囲12に記載の表示装置。

14. 上記素子の特性が、動作周波数である請求の範囲13に記載の表示装置。

25

15. 上記素子の特性が、動作周波数かつ素子を構成する材料の力学的な柔軟性である請求の範囲13に記載の表示装置。

- 5 16. 上記データ設定部の上記発光素子1素子あたりのデータ処理時間は、上記スイッチング部の上記発光素子1素子あたりの切り換え時間の1パーセント以下である請求の範囲13に記載の表示装置。

17. さらに、上記データ設定部に供給する電力を制御する制御部を有し、
10 当該表示装置に一定時間以上データが入力されないとき、上記制御部が上記データ設定部への電力の供給を停止する請求の範囲12に記載の表示装置。

18. さらに、当該表示装置に入力されたデータを上記表示部に動画像として表示する動画モードと、静止画像として表示する静止画モードとの少なくとも2つのモードに対応して上記データ設定部に供給する電力を制御する制御部と、
15

上記データ設定部から出力されたデータを保持すると共に、当該保持したデータを上記スイッチング部に出力するデータ保持部と、を有し、

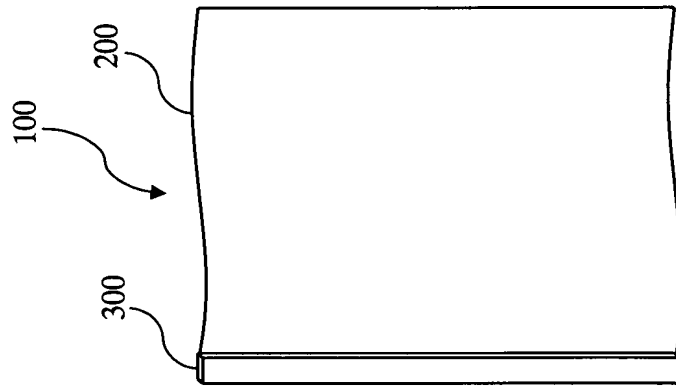
- 上記静止画モードで、上記データ設定部が出力したデータを上記データ保持部が保持した後、当該表示装置にデータが入力されるまでの間、上記制御部がデータ設定部への電力の供給を停止する請求の範囲12に記載の表示装置。
20

19. さらに、当該表示装置に供給する電力を停止する前に、上記データ保持部が保持しているデータを格納する記憶部を有し、
25 当該表示装置に供給する電力を全て停止した後、再度電力を供給する場合、

上記制御部が上記記憶部に格納したデータを上記データ保持部に設定すると共に、電力の供給を停止する前と同じ状態で各部に電力を供給する請求の範囲 18 に記載の表示装置。

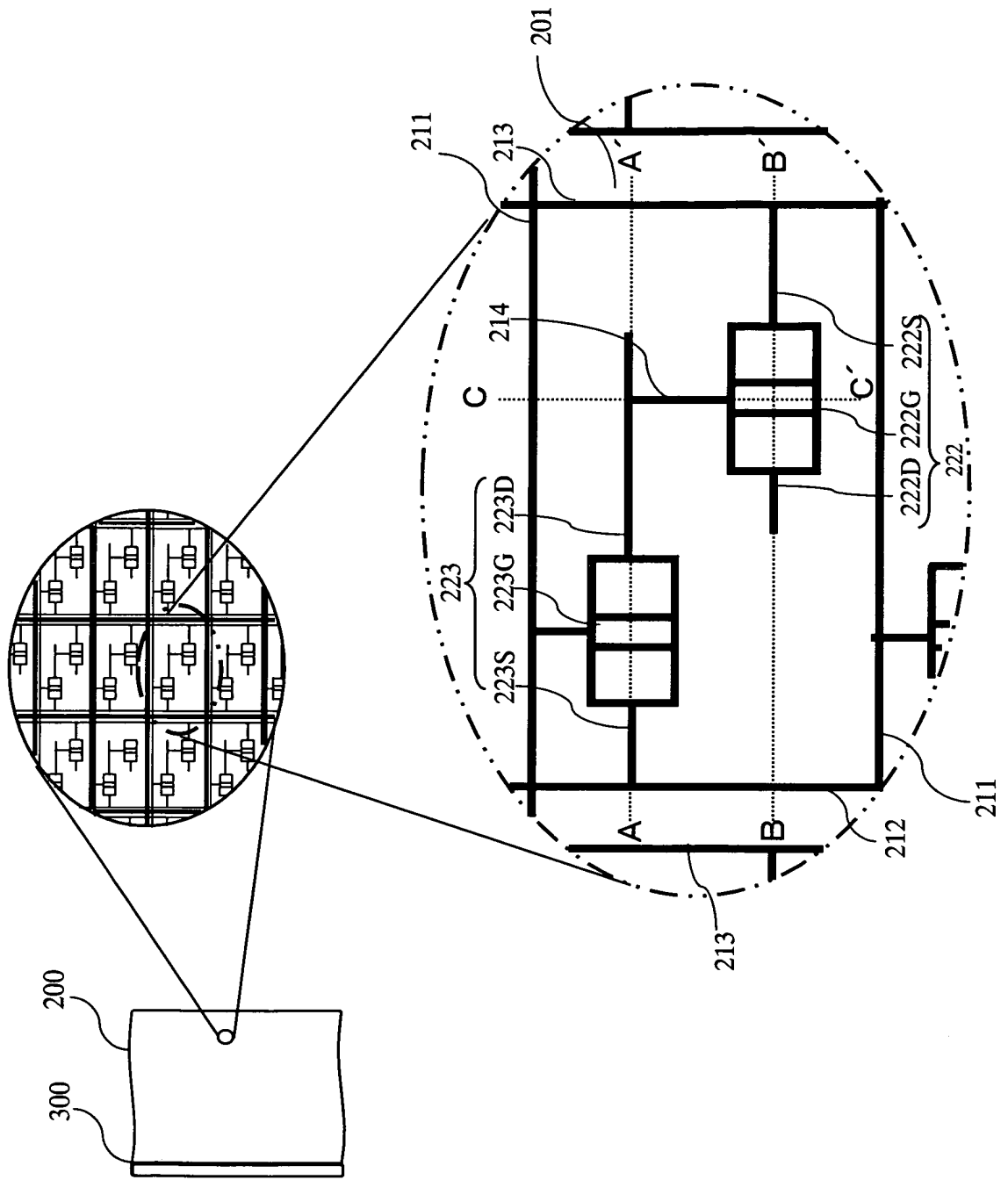
要 約 書

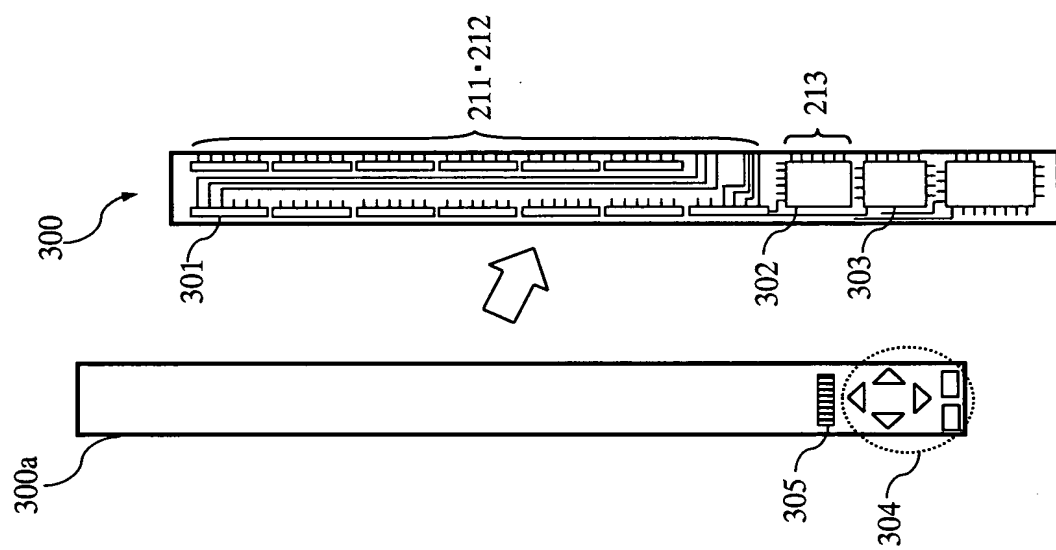
- 表示部に柔軟なシートを用いる電子ペーパーであって、発光素子とスイッチング素子とを表示部に実装するとともに、駆動回路を上記表示部の一端側に位置
- 5 する駆動部に実装する。表示部には動作周波数は低い、柔軟性のある有機半導体よりなる発光素子とスイッチング素子が配置される。駆動部は硬度を高くすることができるので、C-MOS等の動作周波数の高い半導体素子を配置する。上記の構成により、切り換え時間は比較的大きいが、データ設定時間を小さくできるので、鮮明な画像を得ることができる。



第1図

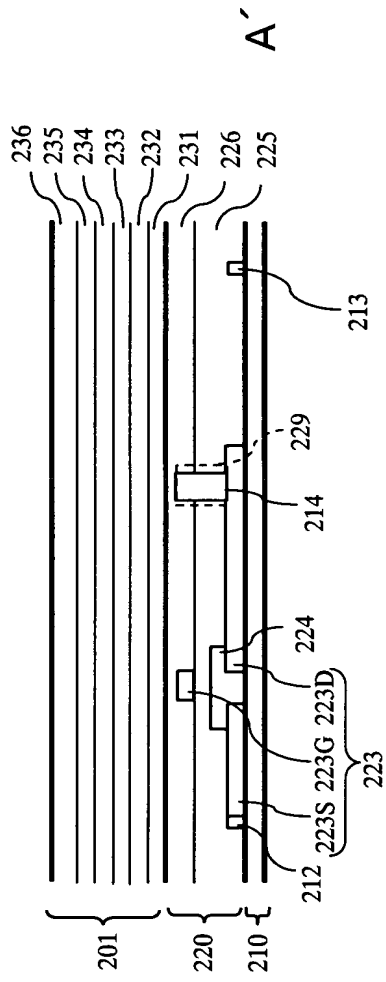
第2図



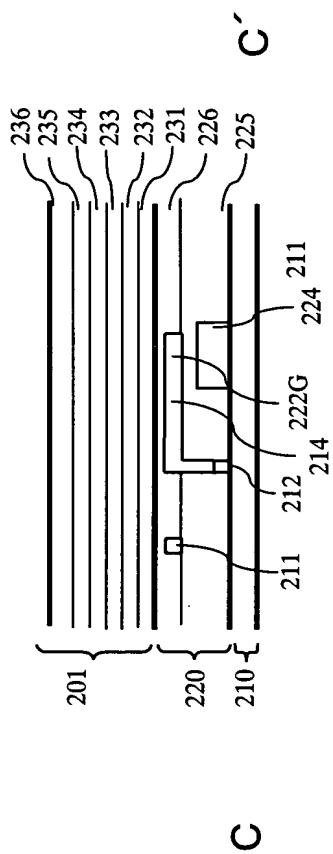


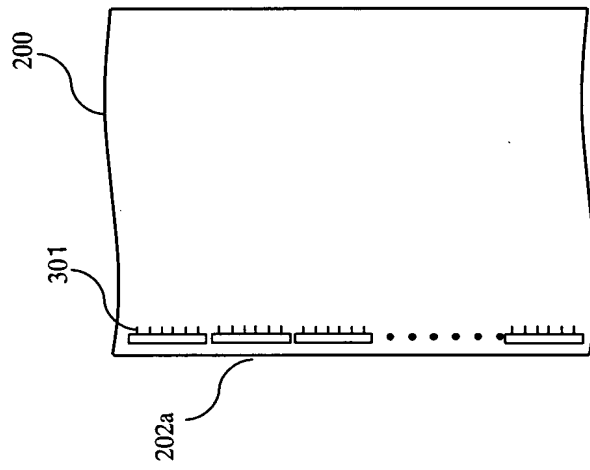
第3図

第4図

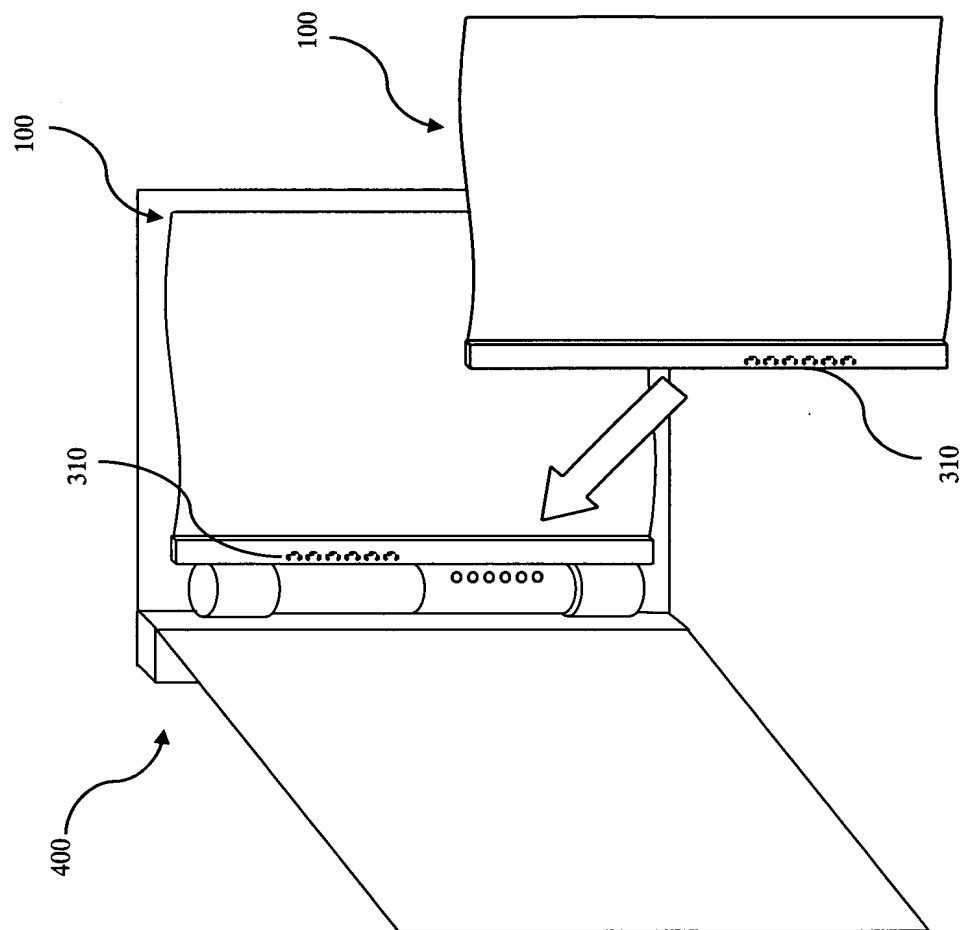


第6図



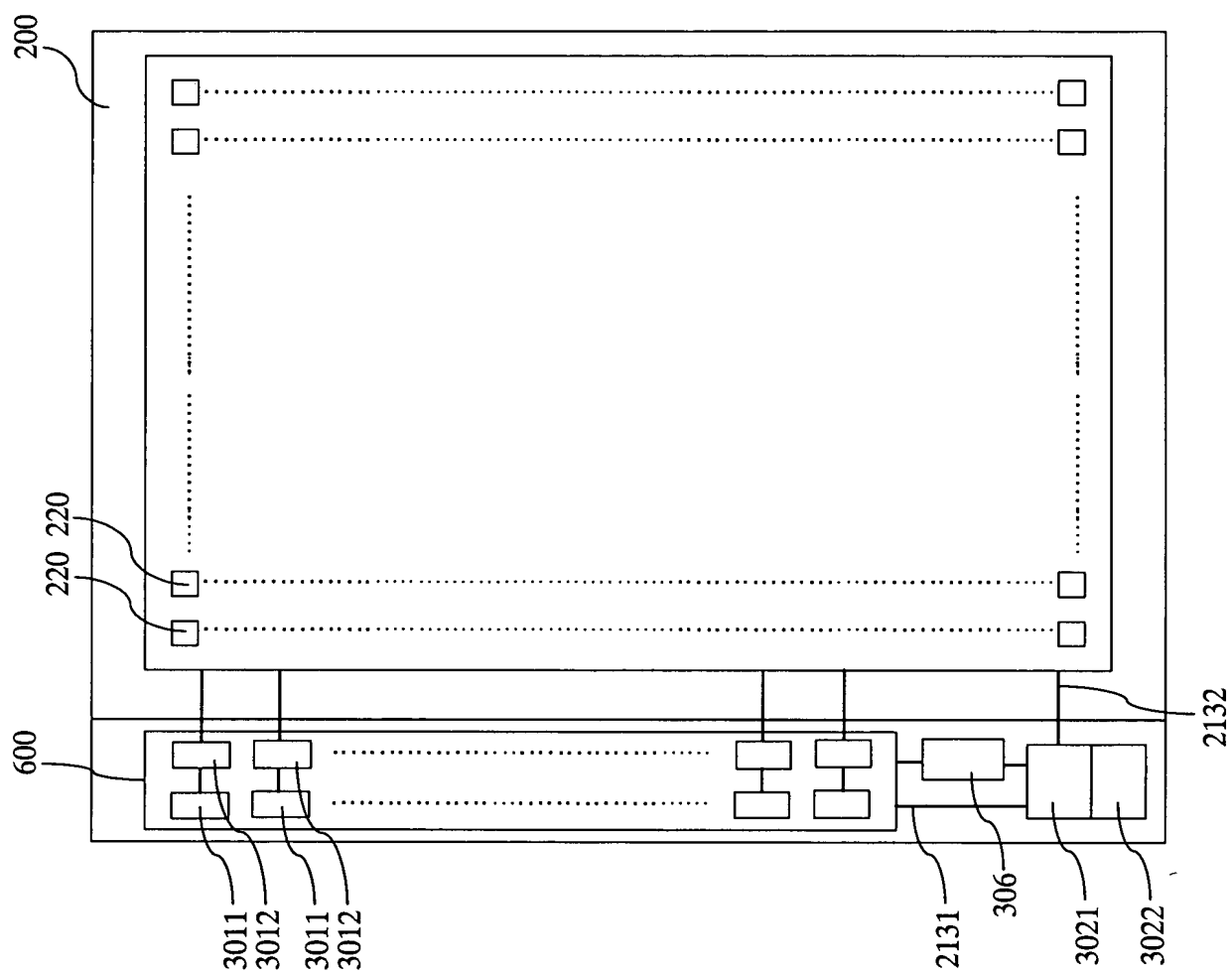


第7図



第8图

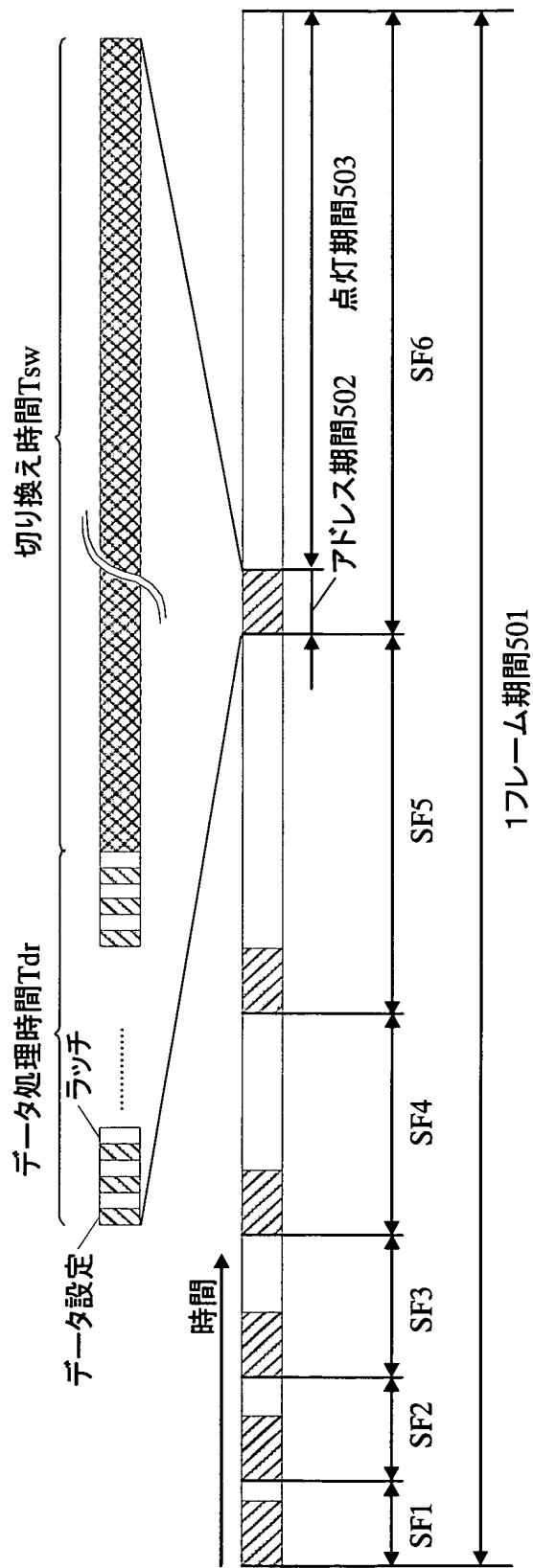
第9図



第10図

番号	画素数 (行×列)	フレーム レート	1アトレス 処理時間	スイッチング部 切り換え時間 (動作周波数)	データ設定部 データ処理時間	データ設定部 ショット数(回)	ソフトウェア 1段当たりの 処理時間 (動作周波数)
1	1280×576	70 fps	833.3 μ s以上	22 μ s Typ. (45 kHz Typ.)	811.3 μ s以下	1280/16=80	0.0634 μ s以下 (15.77MHz以上)
2	3840×1024	70 fps	833.3 μ s以上	22 μ s Typ. (45 kHz Typ.)	811.3 μ s以下	3840/16=240	0.0211 μ s以下 (47.4MHz以上)
3	3840×1024	50 fps	1.167ms以上	22 μ s Typ. (45 kHz Typ.)	1.145ms以下	3840/16=240	0.0298 μ s以下 (33.56MHz以上)
4	320×240	70 fps	833.3 μ s以上	22 μ s Typ. (45 kHz Typ.)	811.3 μ s以下	320/16=20	0.253 μ s以下 (3.95MHz以上)
5	3840×1024	70 fps	833.3 μ s以上	10 μ s Typ. (100 kHz Typ.)	823.3 μ s以下	3840/16=240	0.0643 μ s以下 (15.55MHz以上)
6	1280×576	70 fps	833.3 μ s以上	22 μ s Typ. (45 kHz Typ.)	811.3 μ s以下	1280/32=40	0.0634 μ s以下 (15.77MHz以上)
7	3840×1024	70 fps	833.3 μ s以上	22 μ s Typ. (45 kHz Typ.)	811.3 μ s以下	3840/32=120	0.0211 μ s以下 (47.4MHz以上)
8	3840×1024	50 fps	1.167ms以上	22 μ s Typ. (45 kHz Typ.)	1.145ms以下	3840/32=120	0.0298 μ s以下 (33.56MHz以上)
9	320×240	70 fps	833.3 μ s以上	22 μ s Typ. (45 kHz Typ.)	811.3 μ s以下	320/32=10	0.253 μ s以下 (3.95MHz以上)
10	3840×1024	70 fps	833.3 μ s以上	10 μ s Typ. (100 kHz Typ.)	823.3 μ s以下	3840/32=120	0.0643 μ s以下 (15.55MHz以上)

第11図



第13図

